

第4章 DONUTデータの蓄積

4.1 トリガー

図 4.1 にトリガーカウンターの位置と構成を示す。トリガーカウンター T1、T2 は SFT と同じ直径 $495\mu\text{m}$ の Scintillating Fiber シート (7 層) で作られており、幅 10cm 毎に分けて浜松ホトニクス (株) が新しく開発した磁場に強いコンパクトなメタルカノン光電子増倍管で読み出した。DONUT で使用した陽子ビームは slow spill で、1 周期は 40 秒の加速時間と 20 秒の放出で約 1 分である。20 秒のビーム照射中にターゲット領域を通過する粒子は約 2000 本である。基本的なトリガー論理は VETO カウンターと T1、T2、T3 の信号を用いて VETO が光っていないこと、かつ複数の飛跡があることを要求した (図 4.2)。照射期間の終盤は EMcal にある程度のエネルギー損失があれば T1、T2、T3 で一本の飛跡のみが捕らえられた時にでもトリガーをかけた。トリガーがかかった際、デッドタイムとして一番効いてくるのは SFT の II-chain による読み出しで、1/30 秒を必要とする。デッドタイムによるロスはトリガーレートによるが、平均して約 10% であった。

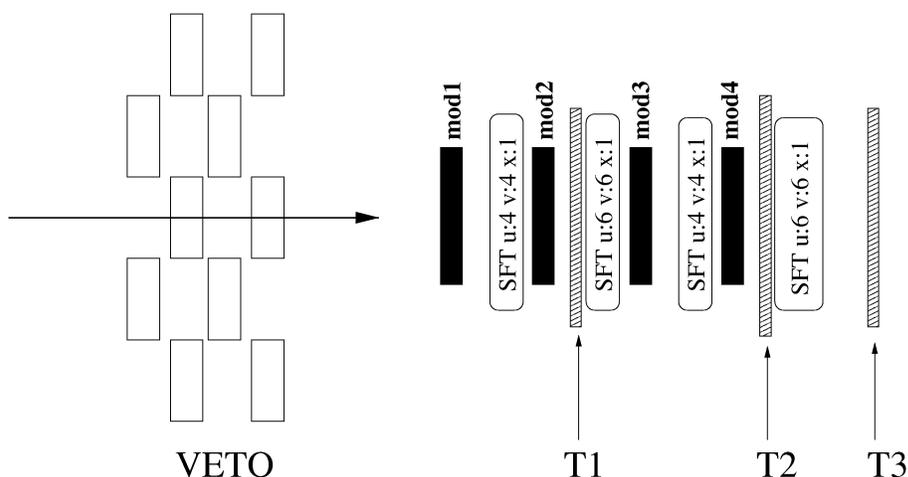


図 4.1: トリガーカウンターの配置

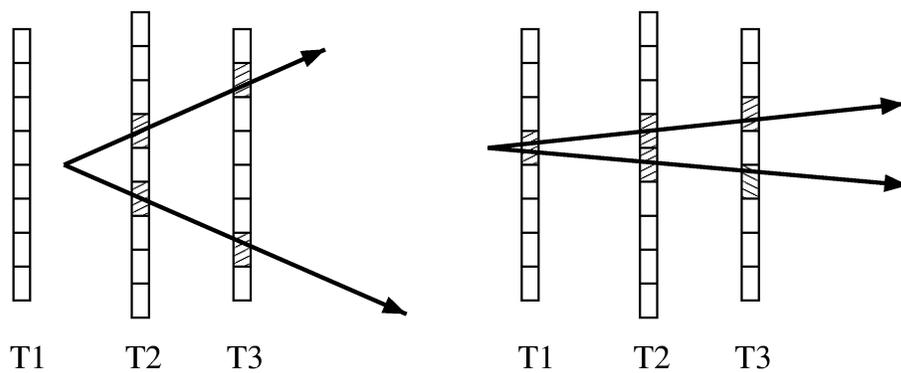


図 4.2: VETO カウンターはヒットが無く T1,T2,T3 に二本以上の飛跡のヒットがある事がトリガー条件

4.2 ビーム照射

1997年の4月から本番の原子核乾板のモジュールを設置し、照射を開始した。原子核乾板ターゲットはバックグラウンドの飛跡の蓄積量を抑える為に照射の途中で交換を行ったが、ニュートリノの照射はそのタイミングで4つの period に分けられる。各 period に照射した陽子数を表 4.1 に示す。表 4.2 には各 period に4つの station に挿入した原子核乾板モジュール (mod1~mod8) を示す。

1997年9月4日まで照射を行い、ダンプに照射した陽子数は、検出器のデッドタイムを差し引いた量で 3.5×10^{17} である。これはプロポーザルに比べて6分の1でしかない。

各原子核乾板モジュール毎の期待されるニュートリノ反応数等を表 4.3 に示す。また原子核乾板ターゲットタイプ毎の予想数を表 4.4 に示す。トリガー数は表 4.1 に示すように、 3960×10^3 事象であったが、原子核乾板ターゲットに実際蓄積したニュートリノ反応の総数は ν_μ 、 ν_e 、 ν_τ 合わせて約 1100 反応であると見積もられ、1/1000 以上の濃縮が必要であった。

period	期間	陽子数 ($\times 10^{16}$)	トリガー数 ($\times 10^3$)
1	4/13 ~ 5/14	5.40	646
2	~ 6/16	4.40	282
3	~ 7/30	10.3	1250
4	~ 9/04	15.5	1780
		35.6	3960

表 4.1: 期間毎の照射状況

period	期間	station1	station2	station3	station4	CS 番号
1	4/13 ~ 5/14	mod1		mod3		1 ~ 4
2	~ 6/16	mod1		mod3	mod4	5 ~ 6
3	~ 7/30	mod1	mod2	mod7	mod4	7 ~ 12
4	~ 9/04	mod5	mod2	mod7	mod8	13 ~ 16

表 4.2: 期間毎の挿入モジュール

モジュール名	質量 (kg)	陽子数 ($\times 10^{16}$)	ν 反応数期待値
mod1	104.1	20.1	236
mod2	69.6	25.8	202
mod3	104.1	9.8	115
mod4	69.5	14.7	115
mod5	70.7	15.5	124
mod7	69.8	25.8	203
mod8	60.3	15.5	105
			1100

表 4.3: 各原子核乾板モジュールのニュートリノ反応期待値

type	ν 反応数期待値
ecc200	357
ecc800	384
bulk	326
その他	33
	1100

表 4.4: 各原子核乾板モジュール型のニュートリノ反応数期待値